

**LAPORAN AKHIR PENELITIAN  
FUNDAMENTAL  
TAHUN ANGGARAN 2013**



**JUDUL PENELITIAN**  
**ANALISIS KOEFISIEN PERPINDAHAN PANAS DAN  
TEGANGAN THERMAL PADA BANTALAN GELINDING DI LORI  
PENGANGKUT TANDAN BUAH SEGAR SAWIT DENGAN  
METODE VOLUME HINGGA (FVM) DAN METODE ELEMEN  
HINGGA (FEM)**

**Tahun ke 1 dari rencana 2 Tahun**

**PENELITI :**

**Dr.Eng. Hendra, ST, MT (NIDN: 0018117302)**  
**Rusdi Efendi, ST, M.Kom (NIDN: 0012018102)**  
**Khairul Amri Rosa, ST, MT (NIDN: 0021118002)**

**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BENGKULU  
TAHUN ANGGARAN 2013**



### HALAMAN PENGESAHAN

**Judul** : **ANALISIS KOEFISIEN PERPINDAHAN PANAS DAN TEGANGAN THERMAL PADA BANTALAN GELINDING DI LORI PENGANGKUT TANDAN BUAH SEGAR SAWIT DENGAN METODE VOLUME HINGGA (FVM) DAN METODE ELEMEN HINGGA (FEM)**

Peneliti / Pelaksana  
Nama Lengkap : Dr. Eng, Hendra S.T., M.T  
NIDN : 0018117303  
Jabatan Fungsional : Lektor  
Program Studi : Teknik Mesin  
Nomor HP : 082391869866  
Alamat surel (e-mail) : [h7f1973@yahoo.com](mailto:h7f1973@yahoo.com)  
Anggota (1)  
Nama Lengkap : Rusdi Efendi, S.T., M.KOM.  
NIDN : 0012018102  
Perguruan Tinggi : Universitas Bengkulu  
Anggota (2)  
Nama Lengkap : Khairul Amri Rosa, S.T., M.T  
NIDN : 0021118002  
Perguruan Tinggi : Universitas Bengkulu  
Institusi Mitra (jika ada)  
Nama Institusi Mitra : -  
Alamat : -  
Penanggung Jawab : -  
Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 1 dari rencana 2 tahun  
Biaya Tahun Berjalan : Rp. 34.915.000,-  
Biaya Keseluruhan : Rp. 104.910.000,-



Bengkulu, 25 November 2013  
Ketua Peneliti,

(Dr. Eng. Hendra, S.T., M.T.)  
NIP/NIK 197311182003121002



## RINGKASAN

Proses pengolahan sawit diawali dari proses pengambilan buah tandan segar (BTS) sawit di perkebunan kemudian dikumpulkan dan diangkut ke pabrik pengolahan sawit hingga menjadi *crude palm oil* (CPO) dan inti sawit. Pada proses pengolahan sawit menjadi CPO terdapat beberapa stasiun pengolahan yaitu stasiun penerimaan buah, perebusan, penebahan, pengempaan, pemurnian minyak dan pengolahan inti. Pada proses perebusan buah sawit terdapat lori pengangkut yang berfungsi memindahkan sekaligus sebagai tempat perebusan tandan buah sawit. Kapasitas lori untuk setiap pengangkutan dan perebusan sawit adalah 4 ton dimana lori ini memiliki empat buah bantalan gelinding. Temperatur perebusan buah sawit adalah  $140^{\circ}\text{C}$  dan lama waktu perebusan 3600 detik. Temperatur perebusan yang tinggi mengakibatkan bantalan cepat rusak dan berumur pendek. Hal ini menyebabkan bantalan setiap saat harus diganti dan memerlukan ongkos yang besar dalam produksi. Untuk mengetahui pengaruh temperatur dan besarnya tegangan thermal yang terjadi pada bantalan dilakukan analisis tegangan thermal dengan menggunakan metode volume hingga (FVM) dan metode elemen hingga (FEM).

Kata kunci: Lori, Bantalan Gelinding, FVM, FEM, Tegangan Thermal

## **PRAKATA**

Puji dan syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan nikmat hidup dan kesehatan sehingga Penelitian Fundamental dengan judul **“ANALISIS KOEFISIEN PERPINDAHAN PANAS DAN TEGANGAN THERMAL PADA BANTALAN GELINDING DI LORI PENGANGKUT TANDAN BUAH SEGAR SAWIT DENGAN METODE VOLUME HINGGA (FVM) DAN METODE ELEMEN HINGGA (FEM) “** dapat diselesaikan.

Kami mengucapkan terima kasih kepada DIRJEN DIKTI KEMENDIKNAS yang telah mendanai penelitian Fundamental ini melalui Lembaga Penelitian Universitas Bengkulu. Demikian juga ucapan terima kasih kami kepada anggota team peneliti, mahasiswa dan staf yang telah mendukung dan meluangkan waktu untuk dapat terselesaikannya penelitian ini.

Jika sudah selesai satu pekerjaan, melangkahlah kepekerjaan berikutnya dan tidak ada gading yang tidak retak menjadi motto dalam pelaksanaan penelitian ini. Masih banyak kekurangan dalam pelaksanaan dan penulisan laporan ini dan untuk itu kami dengan hati bersih dan tangan terbuka mengucapkan maaf dan terimakasih atas masukan dan kritikan demi kesempurnaan penulisan laporan penelitian ini.

Akhirnya, harapan kami semoga kegiatan ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Tim Pelaksana

# DAFTAR ISI

hal

HALAMAN	
PENGESAHAN.....	ii
RINGKASAN.....	iii
PRAKATA .....	iv
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR GAMBAR .....	vi
<b>BAB 1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>2</b>
2.1 Proses Pengolahan Buah Sawit Tandan Segar.....	2
2.2 Bantalan Gelinding.....	2
2.3 Finite Volume Method.....	3
2.4 Metode Elemen Hingga (FEM).....	4
<b>BAB III. TUJUAN DAN MANFAAT.....</b>	<b>6</b>
3.1 Tujuan Penelitian.....	6
3.2 Manfaat Penelitian.....	6
<b>BAB 4. METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>7</b>
4.1 Lokasi Penelitian.....	7
4.2 Prosedur Penelitian.....	7
4.2.1 Bahan, Alat dan Model Bantalan.....	7
4.2.2 Pembuatan Model dan Simulasi Pemodelan.....	8

4.2.3 Analisa Hasil Pemodelan.....	8
4.3 Prosedur Penelitian.....	9
<b>BAB 5. HASIL YANG DICAPAI.....</b>	<b>10</b>
5.1 Data Lapangan.....	10
5.2 Pembuatan Model dan Mesh Bantalan.....	11
5.2.1 Model dan Mesh Bantalan 2-D.....	11
5.2.2 Model dan Mesh Bantalan 3-D.....	14
<b>BAB 6. RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA.....</b>	<b>17</b>
<b>BAB 7. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>19</b>
<b>LUARAN YANG SUDAH DIHASILKAN.....</b>	<b>20</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>21</b>
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sel Rektangulard	4
Gambar 2.2 Dua-Dimensional (2D) Circular Model	4
Gambar 2.3 Koefisien Perpindahan Panas Dua-Dimensi untuk Benda Circular Dengan Kecepatan $u = 25\text{mm/s}$	5
Gambar 4.1 Prosedur Penelitian Tahun I	8
Gambar 5.1 Bantalan dan Propertinya	10
Gambar 5.2 Bantalan Yang Mengalami Kerusakan Akibat Temperatur Perebusan dan Lori Perebusan Sawit	10
Gambar 5.3 Jenis Pelumas Bantalan Yang Digunakan dan Standar Pelumas dari PT. SKF	11
Gambar 5.4 Pemodelan Bantalan Solid 2D dengan FVM ( $D=75\text{ mm}$ )	12
Gambar 5.5 Analisis Model Bantalan Solid 2D dengan FVM ( $D=125\text{ mm}$ )	13
Gambar 5.6 Distribusi Temperatur Model Bantalan Solid 2-D	13
Gambar 5.7 Bantalan 3D Tanpa Bola dengan Progam Gambar	14
Gambar 5.8 Bantalan dengan Bola 3D dengan Program Gambar	14
Gambar 5.9 Mesh dan Elemen Bantalan 3D Tanpa Bola	15
Gambar 5.10 Tekanan pada Bantalan Tanpa Bola 3D dengan FVM	15
Gambar 5.11 Mesh dan Elemen Bantalan 3D Bola dengan FVM	16
Gambar 6. 1 Prosedur Penelitian Tahun II	17

## DAFTAR TABEL

Tabel 5.1 Properti Mekanik Bantalan.....	10
--	----



## BAB I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan Negara penghasil sawit terbesar didunia. Pengolahan sawit meliputi proses pengangkutan buah tandan segar (BTS) sawit dari kebun petani sawit ke pabrik pengolahan buah tandan segar sawit hingga menjadi *crude palm oil* (CPO) dan inti sawit. Pada pengolahan menjadi CPO terdapat beberapa stasiun yang meliputi satusun penerimaan buah tandan segar sawit, perebusan, penebahan, pengempaan, pemurnian minya dan stasiun pengolahan inti.

Pada stasiun penerimaan buah terdapat beberapa alat bantu penerimaan buah seperti tempat pemindah dan pengangkut buah yang dikenal dengan nama lori buah. Tempat pemindah buah berfungsi sebagai tempat penampung dan pemindah buah tandan segar sawit. Dari tempat penampungan buah tandan segar sawit dipindahkan ke lori. Lori akan mengangkut dan memindahkan sekaligus tempat perebusan buah tandan sawit segar. Kapasitas lori ini adalah 4 ton dengan bantuan 4 bantalan gelinding disetiap lorinya.

Setelah dari proses penampungan dilanjutkan dengan proses perebusan buah sawit. Perebusan dilakukan di stasiun perebusan dengan temperatur  $140^{\circ}\text{C}$  dan lama perebusan 3600 detik. Pada saat perebusan ini terjadi banyak masalah seperti sistem pelumasan yang tidak bekerja dengan baik dan bantalan yang cepat rusak. Bantalan ini rusak diakibatkan pelumas yang ada pada bantalan mencair akibat temperatur perebusan yang tinggi. Akibatnya pada bantalan terjadi gesekan antara cincin dalam bantalan, bola bantalan dan rumah bantalan. Gesekan ini mengakibatkan pada bantalan terdapat tegangan yang tidak seragam dimana tegangan yang besar mengakibatkan bantalan cepat rusak.

Untuk mengetahui efek temperatur dan tegangan thermal yang terjadi pada bantalan ini dilakukan analisis pemodelan dengan menggunakan metode volume hingga dan metode beda hingga. Metode volume hingga dilakukan untuk mengetahui karakteristik koefisien heat transfer yang terjadi pada bantalan. Koefisien perpindahan panas ini digunakan sebagai variabel untuk menghitung tegangan thermal yang terjadi akibat temperatur perebusan pada bantalan dan selanjutnya penghitungan tegangan thermal dilakukan dengan metode beda hingga Kecepatan gerak lori pada saat perebusan diasumsikan antara 2mm/s sampai dengan 25 mm/s. Material bantalan pada lori dipilih berdasarkan standar SKF.

## **BAB.II. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1. Proses Pengolahan Buah Sawit Tandan Segar**

Proses pengolahan buah tandan segar (BTS) sawit diawali dari proses pengumpulan oleh petani kebun sawit kemudian dibawa ke pabrik pengolahan BTS sawit. TS sawit diolah hingga menjadi *crude palm oil* (CPO) dan inti sawit. Proses pengolahan BTS sawit menjadi CPO dan inti sawit terdiri atas beberapa stasiun yaitu stasiun penerimaan, perebusan, penebahan, pengempaan, pemurnian minyak dan pengolahan inti. Pada stasiun penerimaan buah terdapat beberapa proses yaitu penimbangan, penyortiran, pemindahan buah dan pengangkutan buah dengan lori.

Pada lori terdapat beberapa buah bantalan untuk memperlancar gerak lori ke stasiun perebusan. Pada stasiun perebusan lori ditarik dengan menggunakan *capstand* menuju *sterilizer* dimana pada *sterilizer* bertujuan untuk mengurangi asam lemak bebas, menurunkan kadar air dan melunakkan daging buah. Temperatur perebusan adalah  $140^{\circ}\text{C}$  dan lamanya waktu perebusan adalah 3600 detik. Pada stasiun perebusan inilah bantalan sering mengalami kerusakan akibat temperatur kerja perebusan. Dari stasiun perebusan buah sawit dipindah ke bagian penebahan dimana buah sawit pada bagian ini dipisah dari tandannya dengan cara diputar sebesar 23-25rpm. Setelah buah terpisah dari tandannya kemudian ditempa agar menghasilkan minyak. Dan dilanjutkan dengan memurnikan minyak pada stasiun pemurnian minyak.

### **2.2. Bantalan Gelinding**

Bantalan gelinding [1][2] merupakan bagian dari bantalan yang dikelompokkan berdasarkan gerakan bantalan terhadap poros. Pada bantalan gelinding terjadi gesekan antara bagian yang berputar (bola dan rol) dengan bagian yang diam. Gesekan yang terjadi pada bantalan gelinding lebih kecil dibanding dengan bantalan lurus. Bantalan gelinding terdiri dari beberapa komponen seperti cincin dalam, cincin luar dan bola. Apabila cincin berputar maka bola atau rol akan menggelinding sehingga menimbulkan gesekan. Untuk mengurangi efek gesekan pada bantalan maka diberikan pelumas.

Pelumas pada bantalan gelinding pada lori buah selain sebagai sistem pelumas juga berfungsi untuk mengurangi efek panas pada bantalan. Karena temperatur yang tinggi pelumas yang digunakan cepat mencari sehingga cincin dan bola langsung berkontak tanpa ada komponen pelapis. Ini mengakibatkan bantalan cepat rusak dan harus diganti.

### **2.3 Finite Volume Method**

*Finite volume method* merupakan suatu metode untuk menjelaskan dan mengevaluasi persamaan diferensial parsial menjadi bentuk persamaan aljabar [3][4]. Finite volume merujuk kepada bentuk volume yang sangat kecil pada tiap nodal di mesh dimana metode ini telah digunakan pada beberapa program dinamika fluida [5] untuk menghitung dan memperkirakan aliran fluida, koefisien perpindahan panas, perpindahan massa, reaksi kimia dan fenomena yang berhubungan dengan penyelesaian persamaan matematika yang digunakan pada proses numerik.

Penggunaan hukum dasar pada mekanika fluida memberikan turunan persamaan untuk aliran fluida [3][4][5]. Persamaan massanya adalah:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \vec{V}) = 0 \quad (1)$$

Dan persamaan untuk hukum momentumnya adalah

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \rho \left( \vec{V} \cdot \nabla \right) \cdot \vec{V} = -\nabla p + \rho \vec{g} + \nabla \cdot \tau_{ij} \quad (2)$$

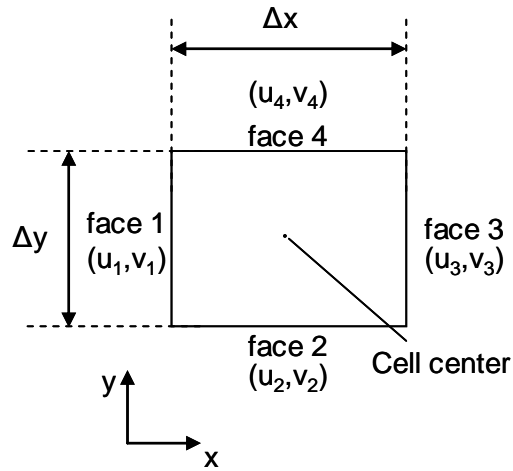
Persamaan 2 merupakan bentuk persamaan energi dari persamaan diferensial parsial non linier. Pada FVM bentuk mesh quadrilateral sangat banyak digunakan sebagai bentuk sel dan nodalnya. Untuk bentuk tiga-dimensi digunakan hexahedral dan tetrahedral mesh.

Integral merupakan bentuk persamaan konservatif yang digunakan untuk mengendalikan volume yang didefinisikan melalui sell untuk mendapatkan persamaan diskrit pada sel. Bentuk integral untuk persamaan kontinuitas aliran steady adalah:

$$\int_S \vec{V} \cdot \hat{n} ds = 0 \quad (3)$$

Dimana S adalah permukaan dari kontrol volume dan n adalah keluaran normal pada permukaan. Dimana persamaan ini berarti volume aliran bersih yang terkontrol adalah nol.

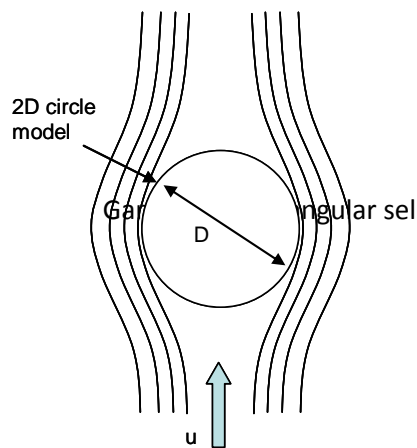
Untuk sel rectangular maka persamaan massa konservatif untuk kontrol volume yang diterima oleh sel adalah (lihat Gambar 2.1).



**Gambar 2.1 Sel Rektangular**

$$-u_1\Delta y - v_2\Delta x + u_3\Delta y + v_4\Delta x = 0 \quad (4)$$

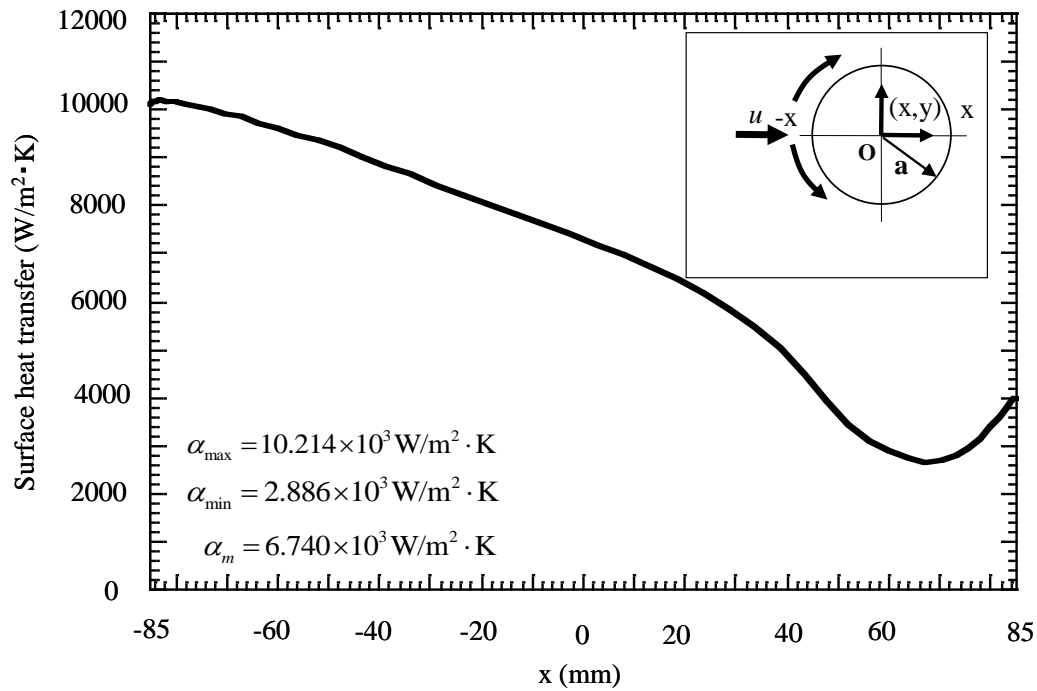
FVM memiliki beberapa keuntungan yaitu dapat menyelesaikan solusi numerik, paling mudah dieksekusi dan hasil yang didapatkan dalam bentuk diskrit. Untuk penelitian sebelumnya aliran dan koefisien perpindahan panas pada benda circular dua-dimensi (lihat Gambar 2) dimana hasil perhitungan koefisien perpindahan panasnya dapat dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 2.2 Dua-dimensional (2D) circular model [6]**

## 2.4 Metode Elemen Hingga (FEM)

Setelah hasil perhitungan koefisien perpindahan panas diperoleh dengan FVM maka data hasil perhitungan tersebut digunakan pada penghitungan tegangan thermal pada bantalan dengan menggunakan metode elemen hingga (FEM). Perhitungan koefisien perpindahan



**Gambar 2.3 Koefisien perpindahan panas dua-dimensi untuk benda circular dengan kecepatan  $u = 25 \text{ mm/s}$  [7][8][9]**

panas yang terjadi pada bantalan dapat dilakukan dengan menggunakan formula Zukauskas [6][7][8][9], untuk solusi jawab circular dua-dimensi.. Dimana pada persamaan tersebut terdapat hubungan antara koefisien perpindahan panas [10][11] dengan nussel number, diameter benda dan kecepatannya. Hubungannya dapat dilihat pada persamaan 5 dan 6 yaitu [6]:

$$Nu_m \equiv \frac{\alpha_m \cdot D}{\lambda} = C_l \cdot Re^n \cdot Pr^{0.37} \cdot \left( \frac{Pr}{Pr_w} \right)^{0.25} \quad (5)$$

$$Re = \frac{u \cdot D}{\nu}, \quad Pr = \frac{C_p \cdot \eta}{\lambda} \quad (6)$$

Tegangan thermal yang dihasilkan dapat dihitung setelah memasukan nilai koefisien perpindahan panas yang terjadi pada bantalan.



### **BAB.III. TUJUAN DAN MANFAAT**

#### **3.1. Tujuan Penelitian**

Tujuan analisis tegangan thermal pada bantalan gelinding ini adalah untuk mengetahui pengaruh temperatur perebusan BTS sawit terhadap tegangan thermal yang bekerja pada bantalan lori. Dengan mengetahui tegangan thermal maksimal yang terjadi pada bantalan maka dapat dipilih bantalan yang sesuai dengan kondisi temperatur kerja.

#### **3.2. Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini adalah untuk meningkatkan efisiensi waktu dan kerja dari pabrik pengolahan sawit serta mengurangi ongkos produksi yang disebabkan oleh kerusakan bantalan pada proses perebusan BTS sawit. Dengan mengetahui pengaruh temperatur perebusan dan tegangan thermal diharapkan penelitian ini dapat memberikan rekomendasi tentang bantalan dan sistem pelumasan yang digunakan sehingga umur bantalan dapat ditingkatkan.

## **BAB IV. METODOLOGI PENELITIAN**

### **4.1. Lokasi Penelitian**

Lokasi penelitian adalah di Laboratorium Teknik Mesin Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Bengkulu. Pemilihan lokasi ini adalah untuk dapat memanfaatkan sumber daya yang ada di lingkungan Universitas Bengkulu khususnya mahasiswa Teknik dan tenaga laboran di program Studi Teknik Mesin Universitas Bengkulu sehingga bisa menganalisis tegangan thermal yang terjadi pada komponen-komponen mesin dengan menggunakan FVM dan FEM.

Untuk dapat menganalisa tegangan thermal yang terjadi dapat dilakukan dengan :

- a. Melihat kondisi penggunaan bantalan, bahan dan jenis bantalan yang digunakan.
- b. Membuat pemodelan dengan menggunakan mesh yang terdiri dari beberapa elemen dan nodal.
- c. Memiliki tenaga laboran yang bisa menggunakan FEM.
- d. Memiliki mahasiswa yang berminat dalam bidang FVM dan FEM terutama dalam menunjang kurikulum mata kuliah di program studi Teknik Mesin.

### **4.2. Prosedur penelitian**

Prosedur penelitian meliputi:

1. Membuat model bantalan dalam bentuk 2D dan axisimetri dengan jumlah mesh divariasikan.
2. Pemodelan bantalan diberi pengaruh temperatur  $140^{\circ}\text{C}$  dan kecepatan putar bantalan antara 2mm/s sampai dengan 25mm/s serta jenis material divariasikan tergantung standar bantalan dari SKF.
3. Analisis koefisien perpindahan panas menggunakan FVM dan koefisien perpindahan panas yang diperoleh digunakan untuk pemodelan lanjutan untuk menghitung tegangan thermal dengan FEM
4. Membuat model untuk menghitung tegangan thermal dengan menggunakan beberapa elemen dan nodal pada FEM dan menganalisis hasil pemodelan yang diperoleh.

#### **4.2.1. Bahan, alat dan model bantalan**

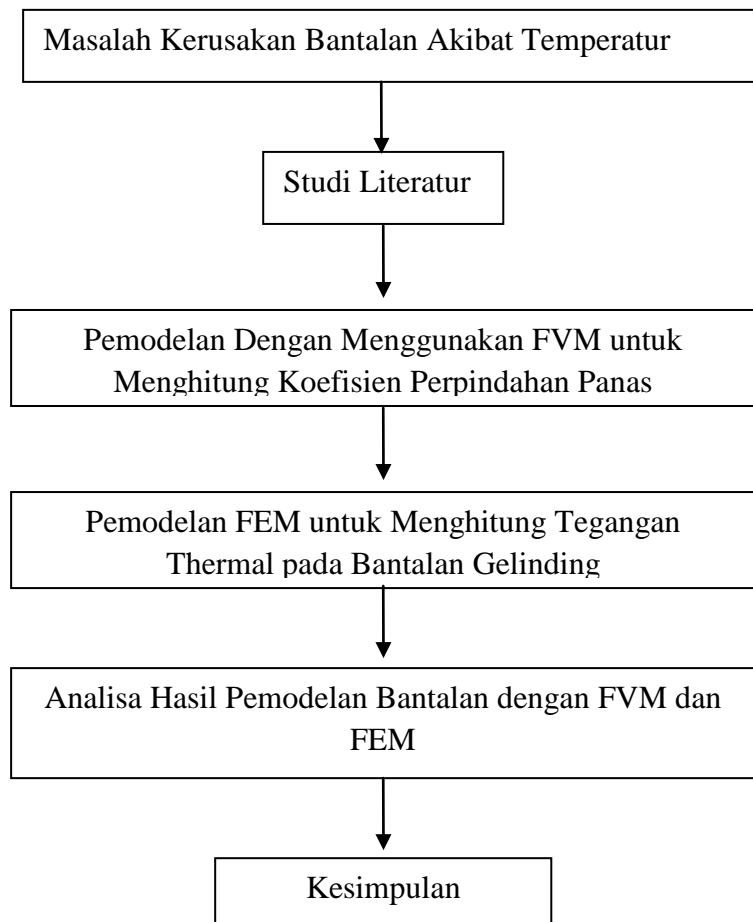
Model, bahan dan alat yang digunakan dalam pemodelan ini adalah:

1. Model axisimetri.
2. Menggunakan material bantalan berdasarkan standar bantalan SKF

Kecepatan bantalan dalam stasiun perebusan diasumsikan 2mm/s sampai dengan 25mm/s.

#### 4.2.2. Pembuatan model dan simulasi pemodelan

Pembuatan model dan simulasinya dilakukan dengan menggunakan FVM dan FEM dengan jumlah mesh atau element divariasikan untuk daerah-daerah kritis atau yang mengalami kontak langsung dengan komponen lain. Bentuk model dibuat axisimetri dengan quadrilateral model.



**Gambar 4.1 Prosedur Penelitian Tahun I**

#### 4.2.3 Analisa Hasil Pemodelan

Dari hasil pemodelan dilakukan analisa pengaruh koefisien perpindahan panas, dan perubahan temperatur serta kecepatan masuk bantalan lori TBS sawit terhadap tegangan thermal maksimal pada bantalan dengan berbagai jenis material.

### **4.3 Prosedur Penelitian**

Prosedur penelitian untuk tahun I yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 4.1. Pada penelitian Tahun I hanya difokuskan pada pengaruh temperatur perebusan dengan asumsi pelumas yang digunakan sama. Pada Gambar 1 dijelaskan tahapan penelitian yaitu permasalahan pada bantalan akibat temperatur kerja yang tinggi dibanding dengan temperatur standar bantalan. Dimana akibat pengaruh temperatur menyebabkan bantalan menjadi hancur atau rusak seperti yang terlihat pada Gambar 5.2. Selanjutnya adalah mencari literatur tentang bantalan dan standarnya yang diperoleh dari buku standar SKF. Kemudian dilakukan pembuatan model untuk mengetahui pengaruh temperatur pada bantalan dengan menggunakan finite volume method dan metode elemen hingga (FEM). Dimana syarat batas yang digunakan diperoleh dari properti material bantalan dan pelumas. Dari pemodelan diperoleh distribusi temperatur dan tegangan yang terjadi pada bantalan.

## BAB V. HASIL YANG DICAPAI

### 5.1 Data Lapangan

Data lapangan yang diperoleh menunjukkan bahwa bantalan yang digunakan untuk lori perebusan sawit adalah tipe 6215 seperti yang dapat dilihat pada Gambar 5.1. dengan spesifikasi yang ditunjukkan oleh Tabel 5.1. Pada perancangan dan pemodelan bantalan dengan *finite volume method* (FVM) diperlukan density dan thermal expansion material bantalan (lihat Tabel 5.1). Bantalan pada lori perebusan sawit ini bekerja pada temperatur  $140^{\circ}\text{C}$ , sementara temperatur dengan tipe pelumas yang digunakan berdasarkan standar SKF maksimal adalah  $120^{\circ}\text{C}$ . Akibatnya bantalan menjadi cepat rusak seperti yang terlihat pada Gambar 5.2. Kerusakan yang terjadi disebabkan oleh besarnya tegangan yang diperoleh akibat temperatur panas berlebihan yang bekerja pada bantalan.



a. Bantalan Tipe 6215

**Tabel 5.1 Properti Mekanik Bantalan**

Mechanical properties	Bearing steel
Density ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	7,9
Hardness	700 HV10
Modulus of elasticity ( $\text{kN}/\text{mm}^2$ )	210
Thermal expansion ( $10^{-6}/\text{K}$ )	12

**Gambar 5.1 Bantalan dan Propertinya**



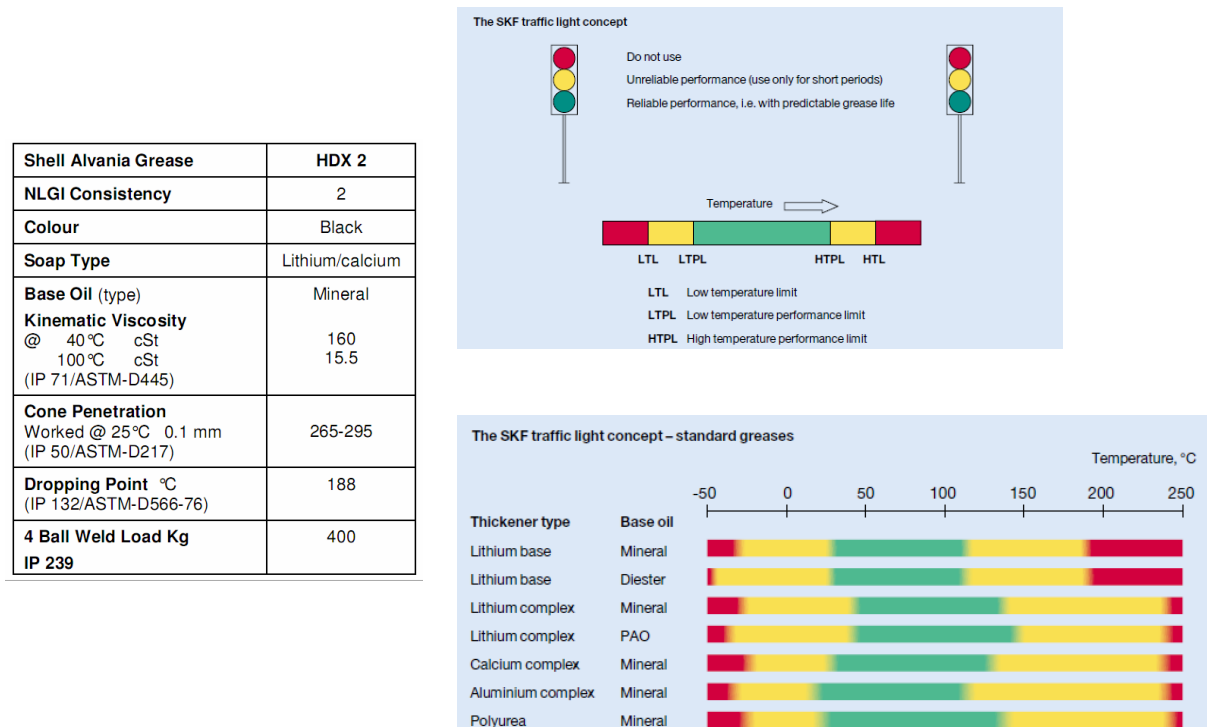
**Gambar 5.2 Bantalan Yang Mengalami Kerusakan Akibat Temperatur Perebusan dan Lori Perebusan Sawit**

Spesifikasi bantalan yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Tipe 6215



2. Diameter luar 130 mm dan diameter dalam 75 mm dengan tebal 25 mm.
3. Beban dinamik dan statiknya adalah 68,9 kN dan 49 kN.
4. Berat 1,2 kg



**Gambar 5.3 Jenis Pelumas Bantalan Yang Digunakan dan Standar Pelumas dari PT. SKF**

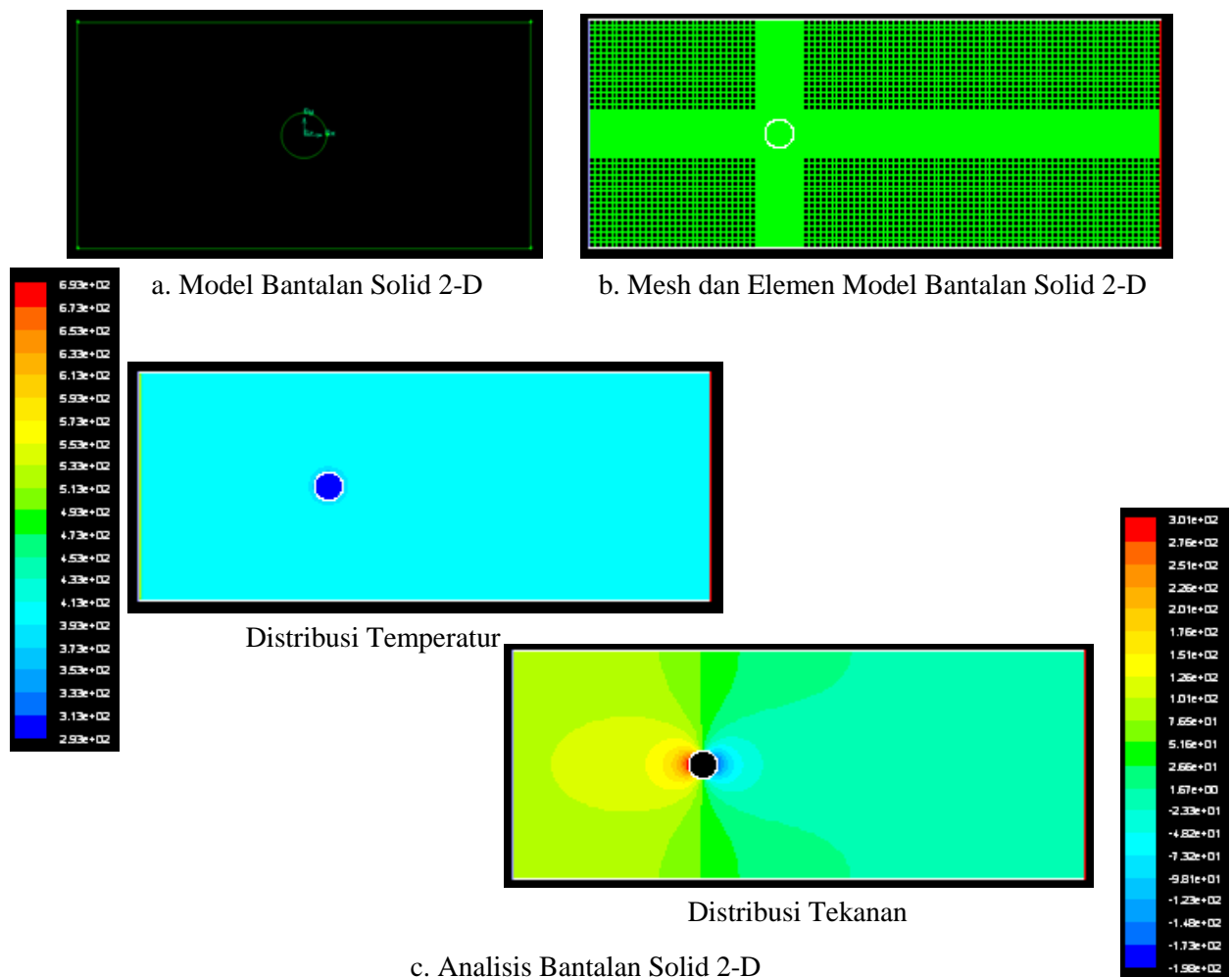
Gambar 5.3 menunjukkan jenis pelumas bantalan yang digunakan pada lori perebusan sawit dan standar penggunaan pelumas menurut P.T. SKF. P.T. SKF merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang bantalan dan pelumasannya.

## 5.2 Pembuatan Model dan Mesh Bantalan

### 5.2.1 Model dan Mesh Bantalan 2-D

Dari data lapangan yang diperoleh dilakukan analisis pengaruh thermal pada bantalan akibat temperatur perebusan pada lori sawit dengan menggunakan finite volume method (FVM) dengan 2D dan 3D model. Analisis pertama dilakukan dengan membuat model 2-D dimana bantalan dibuat dalam model solid dengan diameter 0.075 m dan 0.125 m untuk melihat fenomena perpindahan panas yang terjadi sehingga diperoleh nilai koefisien perpindahan panas. Bentuk model bantalan dengan diameter 0.075 m dan meshnya (a dan b) dapat dilihat pada Gambar 5.4. Untuk diameter bantalan 0.125 m dapat dilihat pada Gambar 5.5. Setelah mesh dan elemen dibuat maka diberi syarat batas untuk analisis model bantalan. Syarat batas yang diberi adalah properti material bantalan, kecepatan putar dan jenis fluida yang digunakan. Material bantalan terbuat dari steel dengan kecepatan putar 25 mm/s. Fluida

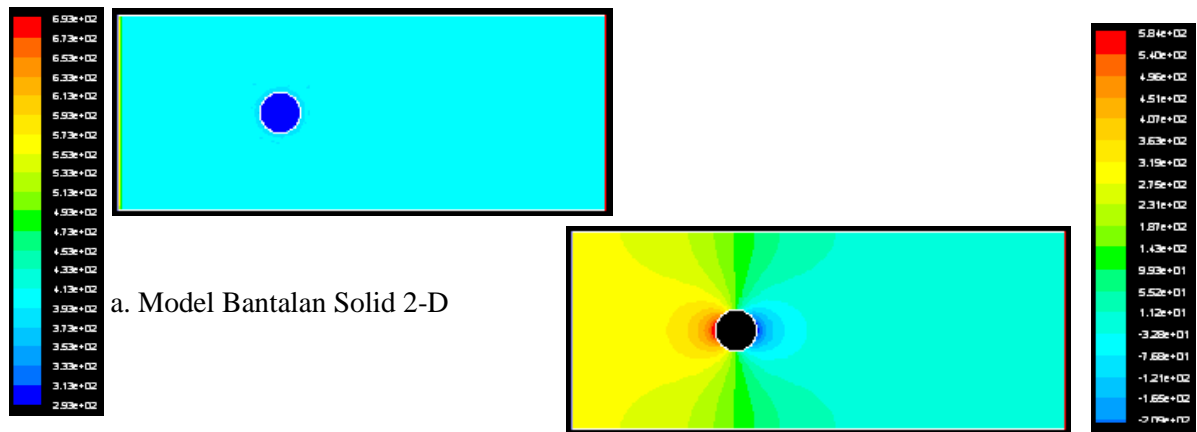
yang digunakan adalah oil mesin dimana propertinya terdapat dalam menu pilihan analisis FVM.



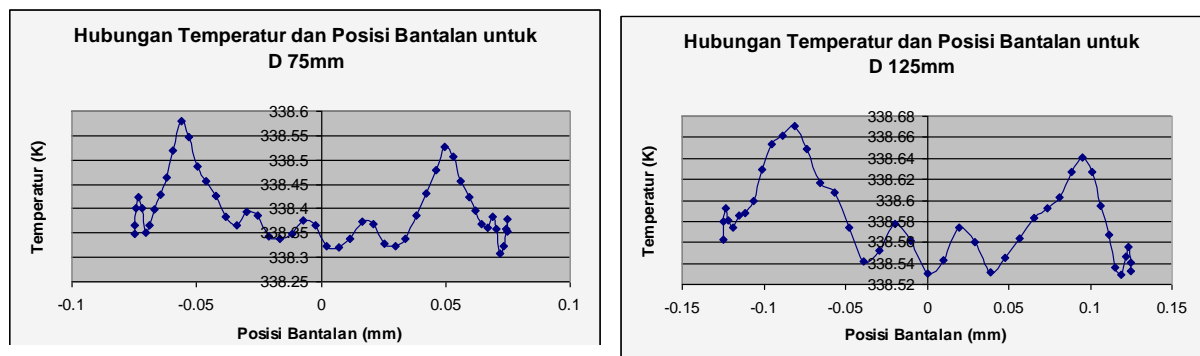
**Gambar 5.4 Pemodelan Bantalan Solid 2D dengan FVM (D=75 mm)**

Setelah syarat batas dimasukkan dan jenis analisis dipilih maka model akan memberikan hasil seperti yang terlihat pada Gambar 5.4 c. Dimana dari hasil analisis menunjukkan bahwa distribusi temperatur panas pada bantalan dimulai dari sisi paling depan dan terus mengalir naik ke atas hingga bagian belakang bantalan. Pada bagian depan aliran temperatur panas mencapai titik tertinggi karena adanya area kontak fluida panas yang luas. Distribusi temperatur panas akan menurun dengan tidak adanya hambatan atau area kontak antara bantalan dengan fluida (bagian atas dan bawah bantalan). Selanjutnya akan meningkat lagi pada bagian belakang bantalan akibat adanya arus balik dari aliran fluida pada bantalan. Area kontak yang luas mengakibatkan bagian yang depan yang menerima panas memiliki tekanan yang lebih tinggi seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 5.4 c dan 5.5. Distribusi

temperatur panas yang mengalir pada bantalan dapat dilihat pada Gambar 5.6, dimana ditunjukkan bahwa temperatur tertinggi terdapat pada 0.06 m untuk bantalan dengan dimensi 0.075 m dan 0.9 m untuk diameter 0.125 m. Distribusi temperatur dan tekanan yang tinggi pada bagian depan bantalan akan membuat bantalan cepat rusak.



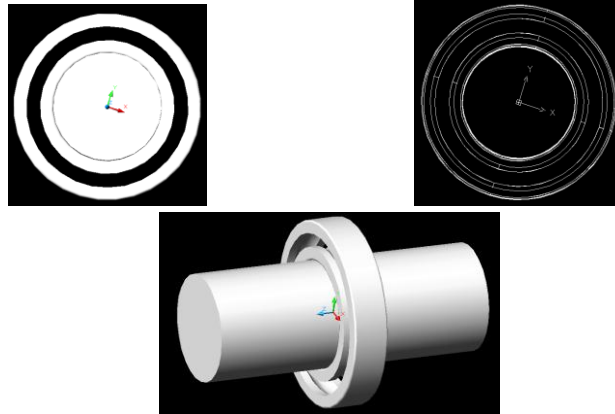
**Gambar 5.5 Analisis Model Bantalan Solid 2D dengan FVM (D=125 mm)**



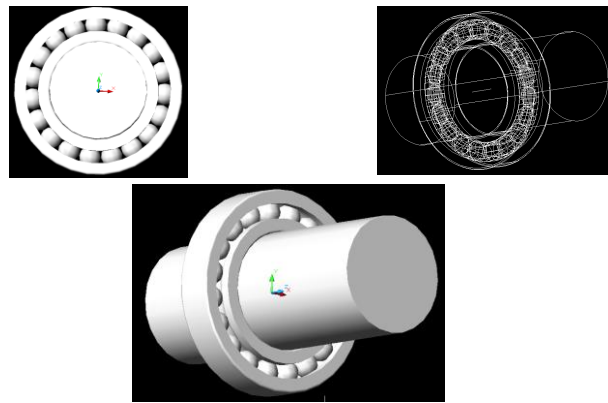
**Gambar 5.6 Distribusi Temperatur Model Bantalan Solid 2-D**

### 5.2.2 Model dan Mesh Bantalan 3-D

Untuk model 3-D bantalan pertama dibuat dengan menggunakan program gambar dimana bantalan yang dibuat dipilih dari menu yang ada pada fitur program gambar tersebut. Gambar 3-D bantalan dapat dilihat pada Gambar 5.7 dan 5.8, dimana gambar yang dibuat dipilih dalam 2 bentuk yaitu bantalan tanpa bola (lihat Gambar 5.7) dan bantalan dengan bola (Gambar 5.8). Pemilihan bantalan tanpa bola dilakukan karena pembuatan mesh dengan program FVM lebih mudah dibuat dibanding dengan bantalan bola.

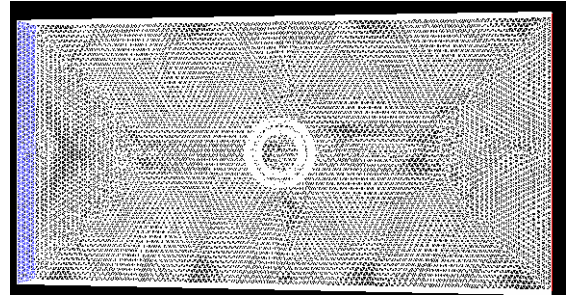
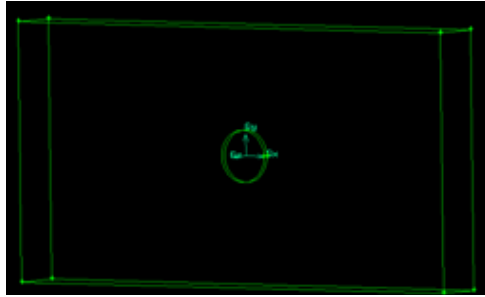


**Gambar 5.7 Bantalan 3D Tanpa Bola dengan Program Gambar**



**Gambar 5.8 Bantalan dengan Bola 3D dengan Program Gambar**

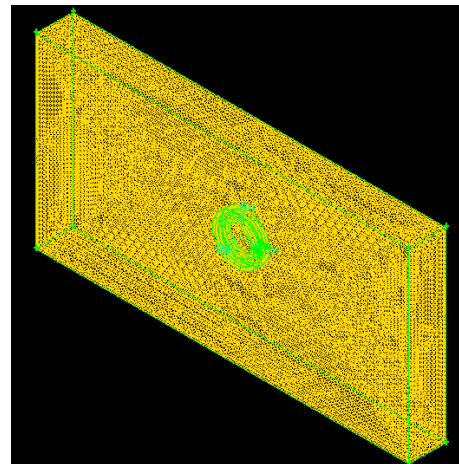
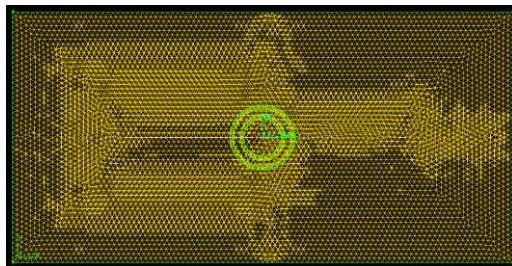
Setelah model bantalan dibuat dengan program gambar dilanjutkan dengan pembuatan mesh dan elemen bantalan untuk dianalisis dengan menggunakan FVM. Bentuk mesh dan elemen bantalan yang dibuat dengan FVM dapat dilihat pada Gambar 5.9, 5.10, dan 5.11. Seperti pada analisis bantalan 2-D, juga dilakukan pemberian syarat batas pada bantalan dimana properti material dan jenis fluidanya sama dengan bantalan 2-D. Bentuk mesh dan elemen bantalan 3-D tanpa bola dapat dilihat pada Gambar 5.10. Setelah mesh dan elemen terbentuk serta syarat batas yang diberikan sesuai dengan analisis yang diinginkan maka program FVM akan memberikan informasi tentang distribusi temperatur dan tekanan bantalan. Gambar 5.10 menunjukkan distribusi tekanan yang terjadi pada bantalan tanpa bola. Dimana kesamaan fenomena distribusi dengan bantalan 2D



**Gambar 5.9 Mesh dan Elemen Bantalan 3D Tanpa Bola**



**Gambar 5.10 Tekanan pada Bantalan Tanpa Bola 3D dengan FVM**

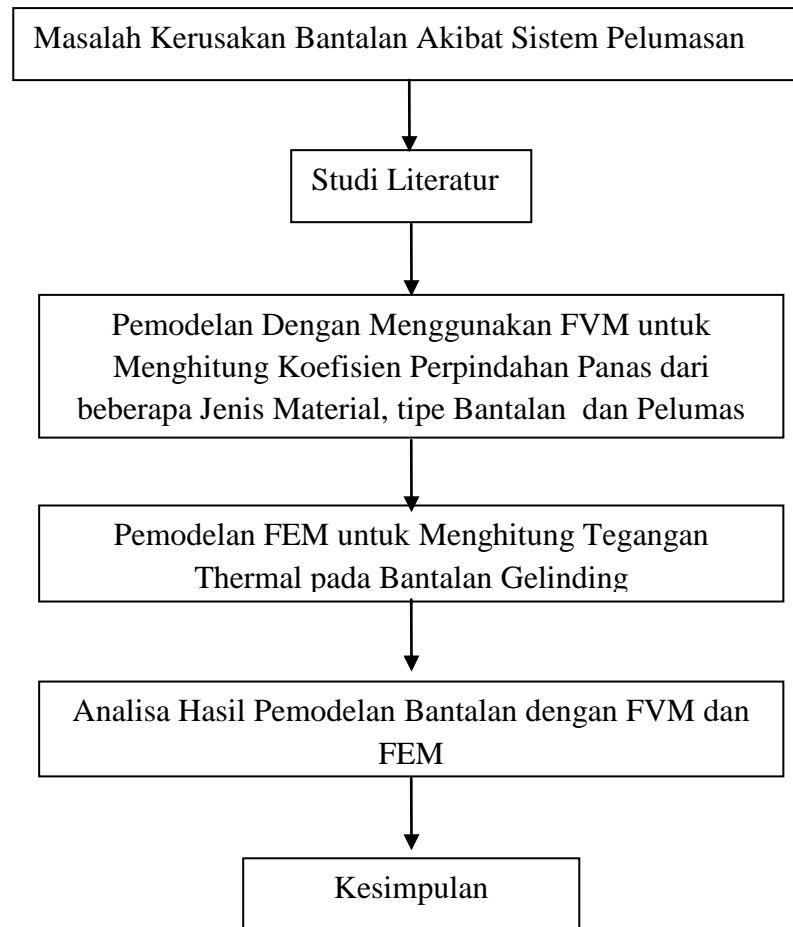


**Gambar 5.11 Mesh dan Elemen Bantalan 3D Bola dengan FVM**



## BAB VI. RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA

Lanjutan dari penelitian ini adalah melakukan perhitungan dengan memilih beberapa material yang tahan panas seperti material keramik dengan memanfaatkan FVM untuk mendapatkan nilai koefisien perpindahan panas. Dan juga dilakukan pemilihan dan penggunaan jenis bantalan yang terdapat pada standar bantalan SKF seperti tipe 6105 dan lainnya.



**Gambar 6. 1 Prosedur Penelitian Tahun II**

Jenis bantalan yang digunakan seperti bantalan peluru dan bantalan bola dengan menggunakan FVM akan diperoleh nilai perpindahan panas dan selanjutnya nilai tersebut diterapkan untuk menganalisis tegangan thermal yang terjadi pada bantalan akibat temperatur perebusan dengan menggunakan finite element method (FEM). Dari model 2D dan model 3D solid serta pemilihan jenis fluida dapat dianalisis pengaruh koefisien perpindahan panas pada bantalan terhadap tegangan thermal yang terjadi. Sehingga dapat dipilih jenis bantalan yang sesuai dengan temperatur kerjanya agar umur bantalan dapat menjadi lama dan kerusakan yang terjadi dapat diminimalisir. Gambar 6.1 menunjukkan skema kegiatan tahun ke II yang

akan dilakukan yaitu pemodelan dengan memvariasikan jenis bantalan, pelumas dan material bantalan.

## **BAB VII. KESIMPULAN DAN SARAN**

Kesimpulan dari penelitian ini adalah penggunaan properti material yang sesuai sangat diperlukan dalam analisis ini. Properti diperoleh dari data lapangan dan standar yang digunakan oleh perusahaan pembuat bantalan. Dengan memperhatikan properti dan standar operasi bantalan, umur bantalan akan dapat bertahan lama. Tetapi jika penggunaan tidak sesuai dengan standar akan mengakibatkan bantalan menjadi cepat rusak.

Selain properti bantalan, area kontak fluida panas juga mempengaruhi kekuatan bantalan dimana area kontak yang luas mengakibatkan area tersebut mengalami tekanan yang besar. Hal ini akan menyebabkan bantalan menjadi cepat rusak dan hancur seperti terlihat pada Gambar 5.2. Dengan penelitian ini diharapkan diperoleh metode penggunaan bantalan dan pelumas yang cocok serta sesuai dengan kondisi kerja bantalan yang digunakan untuk lori perebusan sehingga proses produksi sawit dapat berjalan dengan baik dan lancar.

## **LUARAN YANG SUDAH DIHASILKAN**

Luaran yang telah diperoleh adalah makalah yang terdapat pada prosiding seminar nasional SNTTM XII di Universitas Lampung , Lampung tanggal 24 Oktober 2013 dengan kerjasama Universitas Lampung dan Badan Kerjasama Teknik Mesin Seluruh Indonesia.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sularso, Dasar perencanaan dan pemilihan elemen mesin, P.T. Pradnya Paramita, Jakarta, 1978
- [2] SKF general catalogue, Media-Print, Germany, 2003
- [3] LeVeque, Randall (2002), *Finite Volume Methods for Hyperbolic Problems*, Cambridge University Press.
- [4] Toro, E. F. (1999), *Riemann Solvers and Numerical Methods for Fluid Dynamics*, Springer-Verlag.
- [5] Al-Zaharnah, I. T., Yilbas, B. S., and Hashmi, M. S. J., Conjugate Heat Transfer in Fully Developed Laminar Pipe Flow and Thermally Induced Stresses, *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, Vol. 190, (2000), pp. 1091-1104.
- [6] Zukauskas, A., Heat Transfer from Tubes in Cross Flow, In: Hartnett JP, Irvine Jr TF, editors, *Advances in Heat Transfer*, Vol.8, New York: Academic Press, (1972), p. 131.
- [7] Noda, N.A., Yamada, M., Sano, Y., Sugiyama, S., and Kobayashi, S., Thermal Stress for All-ceramics Rolls used in Molten Metal to Produce Stable High Quality Galvanized Steel Sheet, *Engineering Failure Analysis*, Vol. 15, (2008), pp. 261-274.
- [8] Noda, N.A., Hendra, Takase, Y., and Li, W., Thermal Stress Analysis for Ceramics Stalk in the Low Pressure Die Casting Machine, *Journal of Solid Mechanics and Material Engineering*, Vol. 3, No.10 (2009), pp. 1090-1100.
- [9] Noda, N.A., Hendra, Yasushi TAKASE, Wenbin LI , Thermal Stress and Heat Transfer Coefficient for Ceramics Stalk having Protuberance Dipping into Molten Metal *Journal of Solid Mechanics and Materials Engineering*, Vol.4 No.8 PP. 1-16 (2010).
- [10] Editorial committee of JSME, *Data of heat transfer*, Tokyo: JSME, (1986), p.323 [in Japanese].
- [11] Editorial committee of JSME, *Data of heat transfer*, Tokyo: JSME; (1986), p.61 [in Japanese].



## LAMPIRAN



# Aplikasi *Finite Volume Method* Untuk Analisis Koefisien Perpindahan Panas Pada Desain Bantalan Lori Perebusan Sawit

Hendra<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Bengkulu, Bengkulu, Indonesia

[h7f1973@yahoo.com](mailto:h7f1973@yahoo.com)

## Abstrak

Bantalan sering digunakan pada mesin-mesin pengangkut atau pemindah barang seperti *crane*, otomotif, alat angkut dan emindah lainnya. Fungsi bantalan sebagai tempat kedudukan poros dan penggerak kendaraan pengangkut baik angkutan berat maupun ringan. Lori pengangkut buah tandan sawit termasuk salah satu mesin pengangkut yang menggunakan bantalan dimana lori pengangkut ini berfungsi sebagai media pengangkut sawit dan sekaligus tempat perebusannya. Lori pengangkut an tempat perebusan sawit ini menggunakan tipe 6215 dimana temperatur kerja saat perebusan sawit adalah 140°C sementara temperatur kerja bantalan adalah 120°C. Perbedaan temperatur antara kondisi kerja dan rancangan bantalan mengakibatkan bantalan cepat rusak atau mengalami *fracture* (patah pada rumah bantalan). Hal ini sangat merugikan perusahaan sawit karena kerusakan ini menyebabkan proses produksi (perebusan sawit) menjadi terhenti. Berhentinya mesin erebus membuat waktu kerja atau proses produksi menjadi lama terutama untuk proses penggantian komponen bantalan. Waktu tunggu yang lama untuk proses perbaikan dan perawatan bantalan menyebabkan ongkos produksi meningkat. Untuk enanggulangi masalah ini maka desain dan pemilihan material bantalan dan sistem pelumasan sangat penting. Untuk engetahui pengaruh panas yang dapat menimbulkan kerusakan pada bantalan lori dilakukan analisis pengaruh koefisien erpindahan panas pada desain bantalan, pemilihan material dan sistem pelumasan dengan menggunakan *finite volume method* -D dan 3-D. Dalam analisis ini dipilih material bantalan (steel) dan jenis pelumas yang digunakan berdasarkan standar elumasan SKF. Dengan analisis desain, pemilihan material, jenis pelumas dan analisis koefisien perpindahan panas pada antalan dapat dipilih jenis bantalan yang tahan dan sesuai dengan sistem pengangkutan pada lori perebusan sawit.

**Keywords:** Lori perebusan sawit, bantalan, *fracture*, koefisien perpindahan panas, *finite volume method*.

## Pendahuluan

Bantalan<sup>[1]</sup> merupakan bagian dari elemen mesin yang berfungsi untuk meneruskan putaran dari mesin ke komponen lainnya. Satu pemanfaatan bantalan dapat dilihat pada mesin pemindah atau pengangkut hasil panen seperti pada lori pengangkut sawit segar. Lori ini selain berfungsi sebagai pengangkut juga berfungsi sebagai tempat perebusan sawit segar.

Pada proses perebusan sawit segar, temperatur kerja perebusannya adalah sebesar 140°C. Sementara temperatur kerja bantalan tergantung pada jenis bantalan<sup>[2]</sup>. Dimana jenis bantalan yang digunakan pada lori pengangkut dan perebusan sawit ini adalah tipe 6215<sup>[2]</sup> dengan temperatur kerja berdasarkan standar SKF yaitu 120°C.

Perbedaan temperatur kerja perebusan dengan temperatur bantalan mengakibatkan bantalan cepat rusak akibat panas yang berlebihan pada bantalan (pelumas cepat mencair). Kerusakan pada bantalan menyebabkan proses produksi (perebusan sawit) menjadi terganggu karena diperlukan waktu untuk memperbaiki lori yang rusak.

Untuk menanggulangi hal ini maka dilakukan pengecekan pengaruh temperatur pada proses perebusan sawit (pengaruh koefisien perpindahan panas) dengan menggunakan *finite volume method*

<sup>[3][4]</sup>, sehingga diperoleh penyebab kerusakan bantalan.

## Metodologi Desain dan Manufaktur Screw Turbin

Bentuk dan desain bantalan dibuat dengan memperhatikan jenis bantalan yang digunakan pada lori pengangkut dan perebusan buah sawit. Lori pengangkut dan tempat perebusan buah sawit dapat dilihat pada Gambar 1a.

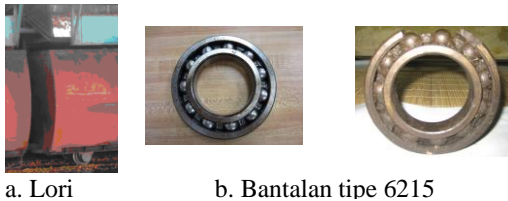
Desain bantalan dibuat dalam 2-D dan 3-D dengan menggunakan fasilitas yang ada pada *finite volume method*. Bentuk bantalan yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 1b, dimana terlihat jenis bantalan yang digunakan adalah bantalan dengan tipe 6215. Material properti bantalan 6215 dapat dilihat pada Tabel 1 seperti young modulus dan thermal expansionnya adalah 210 kN/mm<sup>2</sup> dan 12.10<sup>-6</sup>/K. Untuk analisis pengaruh temperatur pada bantalan ini nilai thermal expansion (koefisien perpindahan panas)<sup>[4][5]</sup>, temperatur kerja bantalan, kecepatan jalan lori dan jenis fluida pelumas dijadikan parameter masukan.

Spesifikasi bantalan yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Tipe 6215
2. Diameter luar 130 mm dan diameter dalam 75 mm dengan tebal 25 mm.

1. Beban dinamik dan statiknya adalah 68,9 kN dan 49 kN.
2. Berat 1,2 kg

Selain material bantalan jenis pelumas juga dapat mempengaruhi kinerja bantalan. Jenis pelumas yang digunakan untuk bantalan ini di lori pengangkutan dan perebusan sawit adalah HDX 2. Gambar 2 menunjukan properti pelumas bantalan HDX 2 yang digunakan pada lori perebusan sawit dan standar penggunaan pelumas menurut P.T. SKF.



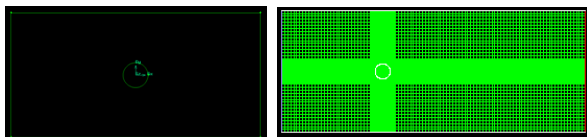
Gambar 1. Lori dan Jenis Bantalan

Shell Alvania Grease	HDX 2
NLGI Consistency	2
Colour	Black
Soap Type	Lithium/calcium
Base Oil (type)	Mineral
Kinematic Viscosity @ 40 °C cSt	160
100 °C cSt (IP 71/ASTM-D445)	15.5
Cone Penetration Worked @ 25 °C 0.1 mm (IP 50/ASTM-D217)	265-295
Dropping Point °C (IP 132/ASTM-D566-76)	188
4 Ball Weld Load Kg IP 239	400

Gambar 2. Properti Pelumas HDX 2 <sup>[2]</sup>

Tabel 1. Material Properti Bantalan 6215

Mechanical properties	Bearing steel
Density (g/cm <sup>3</sup> )	7,9
Hardness	700 HV10
Modulus of elasticity (kN/mm <sup>2</sup> )	210
Thermal expansion (10 <sup>-6</sup> /K)	12

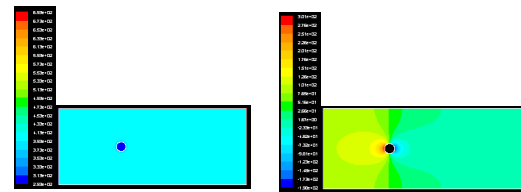


Gambar 3. Model 2-D dan Mesh Bantalan

## Hasil dan Pembahasan

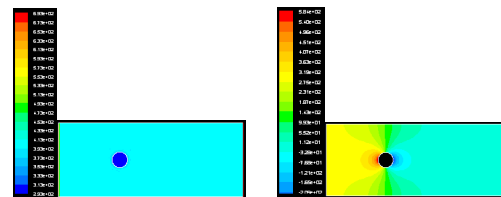
Gambar 3 menunjukan model 2-D dan mesh bantalan yang digunakan. Pemodelan dengan 2-D dilakukan untuk melihat fenomena distribusi temperatur dan tekanan yang terjadi pada bantalan.

Dimana pada hasil pemodelan diperoleh bahwa distribusi temperatur mencapai 338,58<sup>0</sup>K pada posisi bantalan 0.056 m dan 0.049 m untuk diameter bantalan 0.075 m dan 338,64<sup>0</sup>K pada 0.095 m dan 0.0811 m (lihat Gambar 8 dan 9). Distribusi temperatur dan tekanan dapat dilihat pada Gambar 5 dan 6. Pada Gambar 5 dan 6 kecenderungan distribusi temperatur dan tekanan hampir sama dimana daerah kontak tertinggi terdapat pada bagian depan bantalan. Perbedaan antara D=0.075 m dan 0.125 m adalah pada besarnya daerah kontak yang terjadi akibat distribusi aliran temperatur dari fluida yang mengalir pada bantalan meningkat dengan besarnya diameter bantalan. Besarnya area kontak juga akan meningkatkan tegangan thermal<sup>[6]</sup> yang terjadi pada area tersebut.



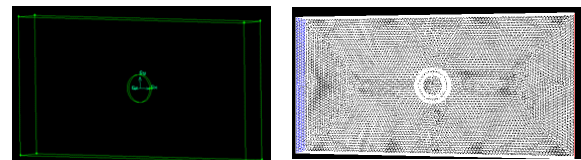
a. Distribusi Temperatur b. Distribusi Tekanan

Gambar 4. Distribusi Temperatur dan Tekanan pada Bantalan dengan D=0.075m (2-D)

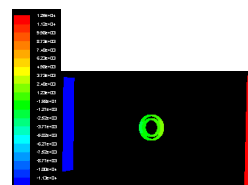


a. Distribusi Temperatur b. Distribusi Tekanan

Gambar 5. Distribusi Temperatur dan Tekanan pada Bantalan dengan D=0.125m (2-D)

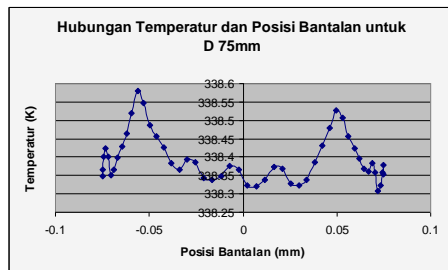


Gambar 6. Model 3-D dan Mesh Bantalan

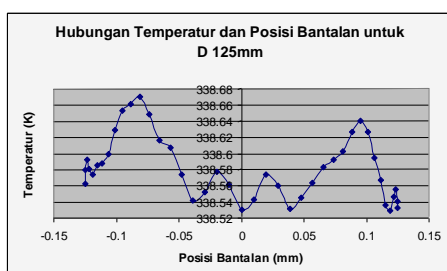


Gambar 7. Distribusi Tekanan pada Bantalan dengan D=0.130m (3-D)

Untuk model 3-D dan mesh bantalan dapat dilihat pada Gambar 6. Hasil yang diperoleh untuk 3-D ditunjukkan oleh Gambar 7 dimana pada gambar terlihat distribusi tekanan yang terjadi pada bantalan.



Gambar 8. Grafik Hubungan antara Temperatur dan Posisi Bantalan untuk  $D=0.075m$



Gambar 9. Grafik Hubungan antara Temperatur dan Posisi Bantalan untuk  $D=0.125m$

## Kesimpulan

Dari hasil pemodelan diperoleh distribusi temperatur dan tekanan untuk masing-masing model bantalan (2-D dan 3-D). Dengan mengetahui distribusi atau fenomena perpindahan panas pada model bantalan akan diperoleh metode untuk memilih dan merancang bantalan yang sesuai dengan kondisi kerja bantalan sehingga kerusakan yang terlalu cepat dapat diminimalkan.

## Ucapan Terima kasih

Penelitian ini disponsori dari dana DIKTI dalam HIBAH Fundamental

## Referensi

- [1] Sularso, Dasar perencanaan dan pemilihan elemen mesin, P.T. Pradnya Paramita, Jakarta, 1978
- [2] SKF general catalogue, Media-Print, Germany, 2003.
- [3] Nao-Aki NODA, Hendra, Yasushi TAKASE, Wenbin LI, Thermal Stress and Heat Transfer Coefficient for Ceramics Stalk having Protuberance Dipping into Molten Metal Journal

of Solid Mechanics and Materials Engineering, Vol.4 No.8 PP. 1-16 (2010).

- [4] Zukauskas, A., Heat Transfer from Tubes in Cross Flow, In: Hartnett JP, Irvine Jr TF, editors, Advances in Heat Transfer, Vol.8, New York: Academic Press, p. 131, (1972).
- [5] Al-Zaharnah, I. T., Yilbas, B. S., and Hashmi, M. S. J., Conjugate Heat Transfer in Fully Developed Laminar Pipe Flow and Thermally Induced Stresses, *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, Vol. 190, pp. 1091-1104, (2000).
- [6] Noda, N.A., Hendra, Takase, Y., and Li, W., Thermal Stress Analysis for Ceramics Stalk in the Low Pressure Die Casting Machine, *Journal of Solid Mechanics and Material Engineering*, Vol. 3, No.10, pp. 1090-1100, (2009).



## Personalia tenaga peneliti

No	Nama	NIDN	Bidang Ilmu	Alokasi Waktu (jam/bulan)
1	Dr. Eng, Hendra S.T., M.T.	0018117303	Tek. Mesin/Teknik Produksi	15
2	Rusdi Efendi, S.T., M.Kom.	0012018102	Tek. Informatika/ Kecerdasan Buatan	7.5
3	Khairul Amri Rossa, S.T., M.T.	0021118002	Tek. Elektro/ Konversi Energi	7.5

### A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap	Dr. Eng, Hendra S.T., M.T.
2	Jabatan Fungsional	Lektor
3	Jabatan Struktural	Ketua Program Studi Teknik Mesin
4	NIP	197311182003121002
5	NIDN	00181173002
6	Tempat dan Tanggal Lahir	Padang, 18 November 1973
7	Alamat Rumah	Jalan Bandar Raya Ujung Rawa Makmur Bengkulu
9	Nomor Telepon/Faks/ HP	085210269692
10	Alamat Kantor	Jalan W.R. Supratman Kandang Limun Bengkulu 38371A Bengkulu
11	Nomor Telepon/Faks	0736344087, 22105
12	Alamat e-mail	<a href="mailto:h7f1973@yahoo.com">h7f1973@yahoo.com</a>
13	Lulusan yang Telah Dihasilkan	S-1= 10 orang; S-2= 0 Orang; S-3= 0 Orang
14. Mata Kuliah yg Diampu	1. Proses Produksi I	
	2. Proses Produksi II	
	3. Metode Elemen Hingga	
	4. Elemen Mesin I.	

**B. Riwayat Pendidikan**

	S-1	S-2	S-3
Nama Perguruan Tinggi	Universitas Andalas	Institut Teknologi Bandung	Kyushu Institute of Technology Japan
Bidang Ilmu	T. Mesin	T. Mesin	T. Mesin
Tahun Masuk-Lulus	1992/1999	2000/2003	2007/2010
JudulSkripsi/Thesis/Disertasi	Pengujian kolektor matahari parabolik susunan seri dan paralel	Kaji ekperimental analisis chatter pada mesin bubut gallic 16N	Study on how to reduce thermal and mechanical stresses for cylindrical large ceramics structures
Nama Pembimbing/Promotor	Ir. Dahnil Zainuddin, M.Sc.	Prof. Dr. Ir. Komang Bagiasna	Prof. Nao-Aki Noda

**C. Pengalaman Penelitian Dalam 5 Tahun Terakhir**

(Bukan Skripsi, Tesis, maupun Disertasi)

No.	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber*	Jml (Juta Rp)
1	2008	Maximum Stress for Shrink Fitting System Used for Ceramics Conveying Rollers		
2	2009	Thermal Stress Analysis for Ceramics Stalk in the Low Pressure Die Casting Machine		
3	2009	Thermal Stress and Heat Transfer Coefficient for Ceramics Stalk having Protuberance Dipping into Molten Metal.		
4	2009	Strength Analysis for Shrink Fitting System Used for Ceramics Rolls in the Continuous Pickling Line		
Dst.				

**D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat Dalam 5 Tahun Terakhir**

No.	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber*	Jml (Juta Rp)
1	2011	Pelatihan pembuatan briket sekam padi sebagai upaya pengembangan energi alternatif bagi masyarakat di desa dusun Curup, Rejang Lebong	DIPA	Rp.4000.000
2	2011	Low IT Service dan IT Shearing kepada Kelompok Pemuda di Desa Pungguk Kabupaten Seluma	Mandiri	
3				

4				
Dst.				

#### E. Pengalaman Penulisan Artikel Ilmiah Dalam Jurnal Dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Judul Artikel Ilmiah	Volume/ Nomor/Tahun	Nama Jurnal
1	Maximum Stress for Shrink Fitting System Used for Ceramics Conveying Rollers	Vol.2, No.11, pp1410-1419(2008).	Journal of Solid Mechanics and Materials Engineering
2	Stress Analysis for Shrink Fitting System Used for Ceramics Conveying Rollers	Vols. 385-387, pp. 513-516, (2008).	Key Engineering Materials
3	Thermal Stress Analysis for Ceramics Stalk in the Low Pressure Die Casting Machine	Vol. 3, No.10, pp. 1090-1100, (2009).	Journal of Solid Mechanics and Materials Engineering
4	Thermal Stress and Heat Transfer Coefficient for Ceramics Stalk having Protuberance Dipping into Molten Metal	Vol.4 No.8 PP. 1-16 (2010).	Journal of Solid Mechanics and Materials Engineering,
5.	Strength Analysis for Shrink Fitting System Used for Ceramics Rolls in the Continuous Pickling Line	KEM.452-453.233. ISBN:978-0-87849-369-2  2011	Jurnal Internasional "Key Engineering Materials" © (2011) Trans Tech Publications, Switzerland doi:10.4028/www.scientific.net/

#### F. Pengalaman Penyampaian Makalah Secara Oral Pada Pertemuan / Seminar Ilmiah Dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Nama Pertemuan Ilmiah / Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat
1	7th International Conference on Fracture and Damage Mechanics	Stress Analysis for Shrink Fitting System Used for Ceramics Conveying Rollers	November 2008, Korea
2	Asian Conference on Mechanics of Functional Materials and Structures	Thermal Stress Analysis for Ceramics Stalk in Low Pressure Die Casting Machine,	November 2009, Yokohama Japan
3	8th International Congress on Thermal Stresses,	Reduction Thermal Stress for Ceramics Stalk Dipping into Molten Metal	November 2009, Illinois, Chicago, USA
4			
Dst.			

#### G. Pengalaman Penulisan Buku dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul Buku	Tahun	Jumlah Halaman	Penerbit
1				
2				
3				

4				
Dst.				

#### **H. Pengalaman Perolehan HKI Dalam 5 – 10 Tahun Terakhir**

No	Judul/Tema HKI	Tahun	Jenis	Nomor P/ID
1				
2				
3				
4				
Dst.				

#### **I. Pengalaman Merumuskan Kebijakan Publik/Rekayasa Sosial Lainnya Dalam 5 Tahun Terakhir**

No.	Judul/Tema/Jenis Rekayasa Sosial Lainnya yang Telah Diterapkan	Tahun	Tempat Penerapan	Respons Masyarakat
1				
2				
3				
4				
Dst.				

#### **J. Penghargaan yang Pernah Diraih dalam 10 tahun Terakhir (dari pemerintah, asosiasi atau institusi lainnya)**

No.	Jenis Penghargaan	Institusi Pemberi Penghargaan	Tahun
1			
2			
3			
4			



Dst.			
------	--	--	--

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidak-sesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima risikonya. Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Hibah Penelitian .Fundsamental

Bengkulu, 27 November 2013  
Pengusul,

Dr. Eng. Hendra, M.T  
NIP.1973111820031201002